

(51) Int. Cl.<sup>2</sup>: H 01 Q 3/26

(19) FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN [SEAL] PATENT OFFICE

(11) Offenlegungsschrift [Unexamined] 2,812,575

(21) Reference: P 28 12 575.9-35

(22) Date filed: March 22, 1978

(43) Date laid open: Sept. 27, 1979

(30) Union priority:

(32) (33) (31) --

---

(54) TITLE: PHASE-CONTROLLED ANTENNA FIELD

(71) Applicant: Siemens AG, 1000 Berlin and 8000 Munich

(72) Inventors: Lehmann, uwe, Dipl. Eng., 8021 Neuried;  
Störzbach, Werner, H. Dipl. Eng. Ph. D., 8000 Munich

---

Examination is requested according to Section 28b of the Patent Law

BEST AVAILABLE COPY

AM

### Patent Claims

1. Phase-controlled antenna field with individual antenna elements, which are connected each time to the outputs of transmission devices, which have phase-adjustment devices for the carrier of the transmission signal common to the transmission devices, characterized by the fact that each transmission device (SE)\* has a pilot control circuit with a phase discriminator (PD) and an adjustable phase shifter ( $\phi$ ,  $\phi'$ ), at whose first input is introduced the pilot signal (Ps) added to the transmission signal path in the intermediate-frequency (IF) plane and again decoupled in the RF plane at the output of the transmission device, and at whose second input is found the pilot signal converted to the RF plane also in the same way by means of a pilot signal path (PM, BP2), and that the output of the phase discriminator is connected to the adjusting input of the phase shifter, which is arranged either in front of the converter (SM) and behind the pilot lead in the transmission signal path or, however, in front of the input of the converter for the converter oscillator.

2. Phase-controlled antenna field with individual antenna elements, which are connected each time to the inputs of receiving devices, which have phase-

---

\* The German abbreviations have been retained here and below to correspond with the drawings.—Trans. note.

adjustment devices for the carrier of the receiving signals combined at the outputs of the receiving devices into one summed-up signal, characterized in that each receiving device (EE) has a pilot control circuit with a phase discriminator (PD) and an adjustable phase shifter ( $\phi, \phi'$ ) to whose first input is introduced the pilot signal (Pe) added to the receiving signal path in the RF plane at the input of the receiving device and decoupled again in the IF plane, and at whose second input is found the pilot signal converted also in the same way to the IF plane by means of a pilot signal path (PM), and that the output of the phase discriminator is connected to the adjusting input of the phase shifter, which is arranged either behind the converter (EM) and in front of the pilot signal decoupling (BP3) in the receiving signal path or, however, in front of the input of the converter for the converter oscillator.

3. Phase-controlled antenna field according to claim 1 or 2, further characterized in that a transmission device (SE) and a receiving device (EE) are interconnected with an antenna element (AE) by means of a diplexer (DI).

4. Phase-controlled antenna field, in which the adjustable phase shifters are arranged in front of the converters in the transmission signal path of the transmission devices according to claim 1 or 3, further characterized in that in order to produce m antenna transmission lobes for m transmission signals (SS), each transmission device (SE') has m adjustable phase shifters ( $\phi_1 \dots \phi_m$ )

connected in parallel to one another on the output side, as well as a first and a second step switching mechanism (S1, S2) turning synchronously with one another with  $m$  switching contacts; that further, the  $m$  switching contacts of the first step switching mechanism (S1), to whose switching arm is applied the control signal from the output of the phase discriminator (PD), are connected with the  $m$  adjusting inputs of the  $m$  phase shifters in a pregiven sequence via holding circuit (H); and that the  $m$  switching contacts of the second step switching mechanism (S2), to whose switching arm is applied the pilot signal (PS), are connected with the respective  $m$  signal inputs for the  $m$  transmission signals in the same sequence.

5. Phase-controlled antenna field, in which the adjustable phase shifters are arranged behind the converters in the receiving signal path of the receiving devices according to claim 2 or 3, further characterized in that in order to produce  $m$  antenna receiving lobes for  $m$  receiving signals (ES), each receiving device (EE') has  $m$  adjustable phase shifters ( $\phi_1 \dots \phi_4$ ) connected in parallel with one another on the input side, as well as a first and a second step switching mechanism (S1, S2) turning synchronously with one another with  $m$  switching contacts; further, that the  $m$  switching contacts of the first step switching mechanism (S1), to whose switching arm is applied the control signal from the output of the phase discriminator (PD), are joined with the adjusting inputs of the  $m$  phase shifters in a pregiven sequence via holding circuit (H); and that the  $m$

switching contacts of the second step switching mechanism (S2), whose arm is connected with the second input of the phase discriminator (PD), are connected in the same sequence with the respective signal outputs for the  $m$  receiving signals.

6. Phase-controlled antenna field according to one of the preceding claims, further characterized in that a control amplifier (RV) in the form of a differential amplifier is connected downstream by one of its inputs between the output of the phase discriminator (PD) of the phase adjustment devices of the transmitting and/or receiving devices (SE, SE', EE, EE'), and a variable control signal (CS) is applied to its other input.

7. Phase-controlled antenna field according to one of claims 1 to 5, further characterized in that an additional phase shifter ( $\phi'$ ) is arranged in the pilot signal path in the RF plane behind the coupling of the pilot signal (Ps) from the transmission signal path and/or in front of the coupling of the pilot signal (Pe) in the receiving signal path, and a variable control signal (CS) is applied to the adjusting input of this phase shifter.

8. Phase-controlled antenna field according to claim 6 or 7, further characterized in that variable control signals (CS) for the transmission and/or receiving devices (SE, SE', EE, EE') are produced for purposes of controllable deflection of the

antenna lobes by a number of computer-controlled signalers (STg) of a control device (ST) corresponding to the number of devices.

9. Phase-controlled antenna field according to claim 2 or 3, further characterized in that an additional antenna element (AE  $n + 1$ ) with an emergency-call receiving device (EE  $n + 1$ ) connected downstream to it is provided with a receiving mixer (EM) and a narrow band-pass filter (BP) connected downstream to this; further, that the emergency-call receiving device has a control signal output for a switching device (US) in addition to the emergency-call signal output, and by means of this US, when an emergency-call signal (NS) occurs and thus an [emergency] switching signal (NR) forms at the control signal output, the pilot signal (Pe) for the pilot control circuits of the receiving devices (EE) is replaced by the emergency-call signal, and that this switching signal, if necessary, disconnects the variable control signal (CS) acting in the pilot control circuits of the receiving devices.

Siemens Aktiengesellschaft  
Berlin and Munich

Our reference:  
78 P 6577 FRG

Phase -controlled antenna field

The invention concerns a phase- controlled antenna field with individual antenna elements.

A radiation lobe is produced in such an antenna field by a specific phase holding of the antenna elements. A transmission lobe is formed if the individual radiators are supplied by transmission carriers which have pregiven phase differences. A receiving lobe is formed if the carrier signals received by the individual radiators are set with predefined phase shifts. In other words, a directional antenna can be produced by means of such an antenna field, whose directional beam can be controlled by the phase holding of the individual antenna elements both with respect to the width of the beam of the principal lobe as well as with respect to the beam direction of this principal lobe.

The adjustment of a desired phase holding and thus the adjustment of a specific radiation lobe can be conducted by means of phase shifters or by provision of set voltages for the phase adjustment devices assigned to the individual antenna elements. As indicated, for example, in the reference "Electronic Design", April 1961, p. 170, the phase holding of the antenna elements of the antenna field can

be produced with a hard-wired or switchable passive phase-shifter matrix, which is inserted either directly in the radiofrequency plane in front of the individual antenna elements or in the intermediate-frequency range.

As shown in practice, with adjustment of phase holding in the radiofrequency range, the unavoidable attenuation losses of the phase shifter elements lead to a reduction of radiant power or to the reduction of receiving sensitivity. In contrast, if phase holding is adjusted in the intermediate-frequency range, then the transmission and receiving amplifiers can be coupled to the individual antenna elements with minimal line losses. However, attention must be paid to the fact that the phase relationship in the radiofrequency plane at the terminals of the individual antenna elements is a decisive factor for the alignment of the antenna lobes. In other words, there is the latent danger that the phase shiftings adjusted in the intermediate-frequency range are falsified in the transfer to the radiofrequency plane e.g., by the temperature-dependent and age-dependent phase characteristics of the transmission and/or receiving devices. The consequences of this are undesired deformations of the antenna lobes and directional defects in the radiation characteristic.

The object of the invention is to indicate another solution for a phase-controlled antenna field of the initially known type, which also assures that if the phase adjustment is conducted in the intermediate-frequency range, this adjustment will be highly accurate also in the radiofrequency plane.



This object is solved according to the invention for a phase-controlled antenna field provided as the transmission antenna with individual antenna elements, which have phase adjustment devices for the carrier of the transmission signal common to the transmission devices each time at the outputs of the transmission devices, such that each transmission device has a pilot control circuit with an adjustable phase shifter and a phase discriminator, to whose first input is applied the pilot signal added to the transmission signal path in the IF plane and again decoupled in the RF plane at the output of the transmission device, and at whose second input, the pilot signal also arises in the same way converted to the RF plane via a pilot signal path, and that the output of the phase discriminator is connected to the adjusting input of the phase shifter, which is arranged either in front of the converter and behind the pilot signal lead in the transmission signal path or, however, in front of the input of the converter for the converter oscillator.

In addition, this object is solved according to the invention for a phase-controlled antenna field provided as a receiving antenna with individual antenna elements, which are connected each time to the inputs of receiving devices, which have phase adjusting devices for the carrier of the receiving signals at the outputs of the receiving devices which are combined into a summed-up signal, in that each receiving device has a pilot control circuit with an adjustable phase shifter and a phase discriminator, at whose first input is introduced the pilot signal added to the receiving signal path in the radiofrequency plane at the input of the receiving

device and decoupled again in the IF plane, and at whose second input arises the pilot signal converted in same way into the IF plane via a pilot signal path, and that the output of the phase discriminator is connected to the adjusting input of the phase shifter, which is arranged either behind the converter and in front of the pilot signal decoupling in the receiving signal path or, however, in front of the input of the converter for the converter oscillator.

The invention is based on the knowledge that the desired different phase holding of the individual antenna elements of the phase-controlled antenna field can be assured in the radiofrequency plane with relatively small expenditure by the use of pilot control circuits, by means of which undesired phase changes that occur in the transmission signal path or in the receiving signal path can be continually corrected by the converter devices provided here, including amplifiers and selective means.

An electronically controllable adaptive antenna system is already known by the reference IEEE, Transactions Antennas and Propagation, Vol. AP-12, 1964, No. 2, pp. 161 to 169, in which the receiving device also has a phase adjustment device for the individual antenna elements, which is effective in the intermediate-frequency plane. Here, this phase adjustment device, however, consists each time of a converter oscillator dragged along in phase, thus in a so-called "phase locked loop". Such a phase adjustment device represents a relatively high expenditure, since here each receiving device requires its own converter

oscillator, which must be re-adjustable once more in phase for this purpose.

Also, this phase control arrangement is suitable only for an automatic alignment of the antenna on a signal source moving in space, and is thus considerably limited in its application possibilities.

In a preferred form of embodiment of the invention, the phase-controlled antenna field can be used in a simple way simultaneously for transmitting and receiving, so that a transmission device and a receiving device are interconnected each time with an antenna element by means of diplexer.

In a further development of the invention, the pilot control circuits may also be applied to phase-controlled antenna fields that simultaneously produce two or more different antenna lobes according to aperture angle and direction angle, without needing to correspondingly increase the number of pilot control circuits referred to one transmission device or one receiving device for this purpose.

For a phase-controlled antenna field provided as a transmission antenna, in which the adjustable phase shifters are arranged in front of the converters in the transmission signal path of the transmission devices, each transmission device has  $m$  adjustable phase shifters connected in parallel to one another on the output side, as well as a first and a second step switching mechanism with  $m$  switching contacts turning synchronously with one another, for producing  $m$  antenna transmission lobes for  $m$  transmission signals. The  $m$  switching

contacts of the first step switching mechanism, at whose switching arm is applied the control signal from the output of the phase discriminator, are connected in a pre-given sequence with the  $m$  adjusting inputs of the  $m$  phase shifters via holding circuits. The  $m$  switching contacts of the second step switching mechanism, at whose switching arm is applied the pilot signal, are thus connected in the same sequence with the  $m$  signal inputs belonging thereto for the  $m$  transmission signals.

A corresponding solution for a phase-controlled antenna field provided as a receiving antenna is indicated in patent claim 5.

According to another further development of the invention, the phase-controlled antenna field provided as the receiving antenna can be tracked automatically for a received emergency-call signal, in such a way that an additional antenna element is provided with an emergency-call receiving device connected downstream to it with a receiving mixer and a narrow band-pass filter connected downstream to the latter. Thus the emergency-call receiving device, in addition to the emergency-call signal output, has a control signal output for a switching device, by means of which, if an emergency-call signal occurs and thus a switching signal arises at the control signal output, the pilot signal for the pilot control circuit of the receiving devices is replaced by the emergency-call signal and this switching signal additionally disconnects the variable control signals.

acting in the pilot control circuits of the receiving devices, as long as this is necessary.

Additional preferred embodiments of the invention are indicated in patent claims 6 to 8.

The invention will be explained below in more detail on the basis of examples of embodiment shown in the drawing. In the drawing,

Figure 1 shows an overview block diagram of a phase-controlled antenna field suitable for transmission and receiving according to the invention;

Figure 2 shows the block diagram of a transmission device according to Figure 1;

Figure 3 shows the block diagram of a receiving device according to Figure 1;

Figure 4 shows the block diagram of an emergency-call receiving device according to Figure 1;

Figure 5 shows a block diagram of the transmission device according to Figure 2, which is expanded for several transmission signals;

Figure 6 shows a block diagram of the receiving device according to Figure 3 expanded for several receiving signals.

The phase-controlled antenna field representing a transmission-receiving antenna according to Figure 1 has  $n + 1$  antenna elements,  $AE_1, AE_2, \dots, AE_n, AE_{n+1}$ . The antenna elements  $AE_1 \dots AE_n$  are each connected to one transmission device  $SE_1 \dots SE_n$  and one receiving device  $EE_1 \dots EE_{n+1}$  by means of duplexers  $DI_1 \dots DI_n$ . The receiving device  $EE_{n+1}$  together with its antenna element  $AE_{n+1}$  represents an emergency-call receiving device, which will be explained in more detail below.

The transmission devices  $SE_1 \dots SE_n$  have an input for the pilot signal  $Ps$  on the transmission side, an input for the converter oscillator signal  $OS$ , and an input each time for a control signal  $CS_{1s} \dots CS_{ns}$ . In the same way, receiving devices  $EE_1 \dots EE_n$  have an input for the pilot signal  $Pe$  on the receiver side, an output for the receiving signal  $ES$ , an input for the converter oscillator signal  $OE$  on the receiver side and one input for one control signal  $CS_{1e} \dots CS_{ne}$ .

The control signals are delivered by a control device  $ST$ , which has a number of control signalers  $ST_g$  that corresponds to the number of transmission and receiving devices. The control signalers are commonly controlled by means of the data bus  $DB$  by computer  $CR$ . Each control signal  $ST_g$  is comprised on the input side of an intermediate storage buffer  $ZP$ , into which the control signal set

values are input in the form of addresses by means of data bus DB and a digital-analog converter D/A connected to the intermediate storage buffer ZP. The phase adjustments of the transmission and receiving devices assigned to the antenna elements AE1... AEn provided in advance for a pregiven beam characteristic of the antenna field can be carried out by means of the control signals CS1s... CSNs and CS1e... CSne.

As can be recognized further in Figure 1, the pilot signal Pe on the receiver side is introduced into the inputs of the receiving devices EE1... EEn by means of the converter US controlled by the emergency-call receiving device EEn+1. In addition to its input for the converter oscillator signal OE on the receiving side, the emergency-call receiving device EEn+1 has an output for the emergency-call signal NS and a control signal output for a switching signal NR derived from the received emergency-call signal. Upon receipt of an emergency call signal NS, the latter is applied by means of the converter US to the inputs of the receiver devices for the pilot signal Pe and this simultaneously switches off the pilot signal. Also, the switching signal NR to computer CR for the control device ST is effective in the sense that the control signals are turned off at the output of this control device. The replacement of the pilot signal Pe on the receiver side by the received emergency-call signal NS has the effect that the beam characteristic of the antenna field is automatically aligned in the direction of the signal source emitting the emergency-call signal.

The block diagram for a transmission device SE according to Figure 1\*, which contains further details, has the adjustable phase shifter  $\phi$  on the input side or the transmission signal SS in the signal branch, and the transmission signal is introduced to one input of the mixer SM on the transmission side by this phase shifter. The converter oscillator signal OS is applied to the second input of the mixer SM. The band-pass BP1, which suppresses the undesired mixing components, follows the mixer. Together with the pilot signal Ps [PS], which has also been introduced to the adjustable phase shifter  $\phi$  by means of a second input and has been up-mixed with the transmission signal from the IF plane to the RF plane, the transmission signal is introduced into coupler K. Coupler K couples the pilot signal again from the transmission signal path and introduces it to one of the inputs of the phase discriminator PD. The transmission signal that is not decoupled is input into the respective antenna element in conjunction with coupler K. The pilot signal Ps [PS] is again up-mixed from the IF plane to the RF plane by means of the mixer PM with downstream-connected band-pass BP2 by means of a special pilot signal path, and introduced into the second input of the phase discriminator PD. The output voltage of the phase discriminator, which contains the comparison result, is introduced to one input of control amplifier RV, and the control signal CSs is applied to its second input. The control amplifier is a differential amplifier, by means of which it is possible to adjust the adjustable phase shifter  $\phi$  within relatively broad limits, depending on the magnitude of the control signal CSs. A control voltage CSs deviating from zero volts produces as

---

\* sic; Figure 2?—Trans. note.



a control result a phase difference between the pilot signal at the output of coupler K and the up-mixed pilot signal at the output of the band-pass BP2, which is proportional to its magnitude.

Instead of the adjustable phase shifter  $\varphi$  on the input side of mixer SM an adjustable phase shifter  $\varphi'$  can also be provided on the input side of the mixer for the converter oscillator signal OS. This is indicated by the dashed lines shown in Figure 2. It is also possible to use a simple control amplifier, instead of a differential amplifier, as the control amplifier and to conduct the desired phase shifting by means of the control signal CSs by means of another adjustable phase shifter  $\varphi''$  in the connection path between coupler K and phase discriminator PD. This variant is also shown in Figure 2 by dashes.

A block diagram for a receiving device EE according to Figure 1, which has additional details corresponding to Figure 2, is shown in Figure 3. The pilot signal  $P_e$  which is present on the receiving side and is now at the radiofrequency level is coupled at this level in the receiving signal path via coupler K and is converted to the IF level together with the received signal in the mixer EM on the receiving side. The received signal ES, before it reaches the output of the receiver device, passes through the adjustable phase shifter  $[\varphi]$  on the receiver side. The pilot signal on the output side of the adjustable phase shifter  $\varphi$  is decoupled from the receiver signal path by means of band pass BP3

and introduced to one of the inputs of the phase discriminator PD. The pilot signal  $P_e$  converted to the IF level by means of the mixer PM lies at the other input of the phase discriminator. Here also, instead of the adjustable phase shifter  $\phi$  in the receiver signal path, use can be made of an adjustable phase shifter  $\phi'$  in the line for the converter oscillator signal OE on the receiver side. When an adjustable phase shifter  $\phi''$  is used between the band-pass BP3 and the phase discriminator PD, in order to effect a control signal CSe, a differential amplifier design of the control amplifier RV can be dispensed with.

The emergency-call receiving device EEn+1 according to Figure 4 in the signal path essentially has the receiving mixer EM with the connected band-pass BP, which here has a pass characteristic that is as narrow as possible. In addition, the emergency-call receiving device contains a switching signal generator in the form of a switch S controlled by means of the received emergency-call signal NS, which is connected on the side of its switching arm with a d.c. voltage source U supplying the switching signal.

If several transmission signals with different alignment of the antenna lobes for transmitting or receiving are to be designed according to a phase-controlled antenna field according to Figure 1, then the same number of pilot control circuits corresponding to the number of these transmission or receiving signals must be provided in each transmission device and in each receiving device. The

---

\* This is mislabeled as " $\phi'$ " in the figure—Trans. note!

expenditure can be reduced considerably, if a multiplexed technique is applied, as the examples of embodiment show for such a transmission device SE' for four transmission signals SS1...SS4 according to Figure 5 and a receiving device EE' for four received signals ES1...ES4 according to Figure 6.

The transmission device SE' according to Figure 5, for this purpose, unlike the one shown in Figure 2, first of all has four adjustable equal phase shifters  $\phi_1... \phi_4$  on the output side of the mixer SM instead of one adjustable phase shifter  $\phi$ . These phase shifters are parallelly connected to one another on the output side and each time have one input for one of the transmission signals SS1...SS4. The pilot signal Ps [PS] on the transmitter side is introduced to the corresponding input of the four phase shifters  $\phi_1... \phi_4$  via the first step switching mechanism S1, which has four switching contacts for this purpose. In the same way, the control signal at the output of the control amplifier is introduced to the four adjusting inputs of the four phase shifters by means of a second step switching mechanism S2 rotating synchronously relative to the first step switching mechanism S1, which also has four switching contacts for this purpose. In order to maintain the control signal at the adjusting inputs of the adjustable phase shifters  $\phi_1... \phi_4$  in the pauses, during which the switching arm of the step switching mechanism S2 is not connected to the respective adjusting input, a holding circuit H is connected upstream to the adjusting input of each of the four phase shifters. The switching sequence of the two step switching

mechanisms S1 and S2, which are jointly controlled by the synchronous signal  $S_y$ , is undertaken in such a way that each time, if the pilot signal PS is introduced to the signal path at the respective input of a phase shifter, the control signal is also turned on at the adjusting input of the respective phase shifter by means of the holding circuit H.

In the receiving device EE' according to Figure 6, the four phase shifters  $\phi_1 \dots \phi_4$  on the input side are connected in parallel to the output of the mixer EM on the receiver side. The control signal from the output of the control amplifier RV is again introduced to the adjusting inputs of this phase shifter by means of the second rotating step switching mechanism S2 and holding circuits H. The first step switching mechanism S1 turning synchronously relative to the second step switching mechanism S2 is connected by its four contacts with the four output terminals of the phase shifters for the four received signals ES1... ES4, and the pilot signal  $P_e$  conducts in sync the scanning of the switching contacts in the pre-given sequence in the IF plane by means of the band-pass BP3 at one of the inputs of the phase discriminator PD.

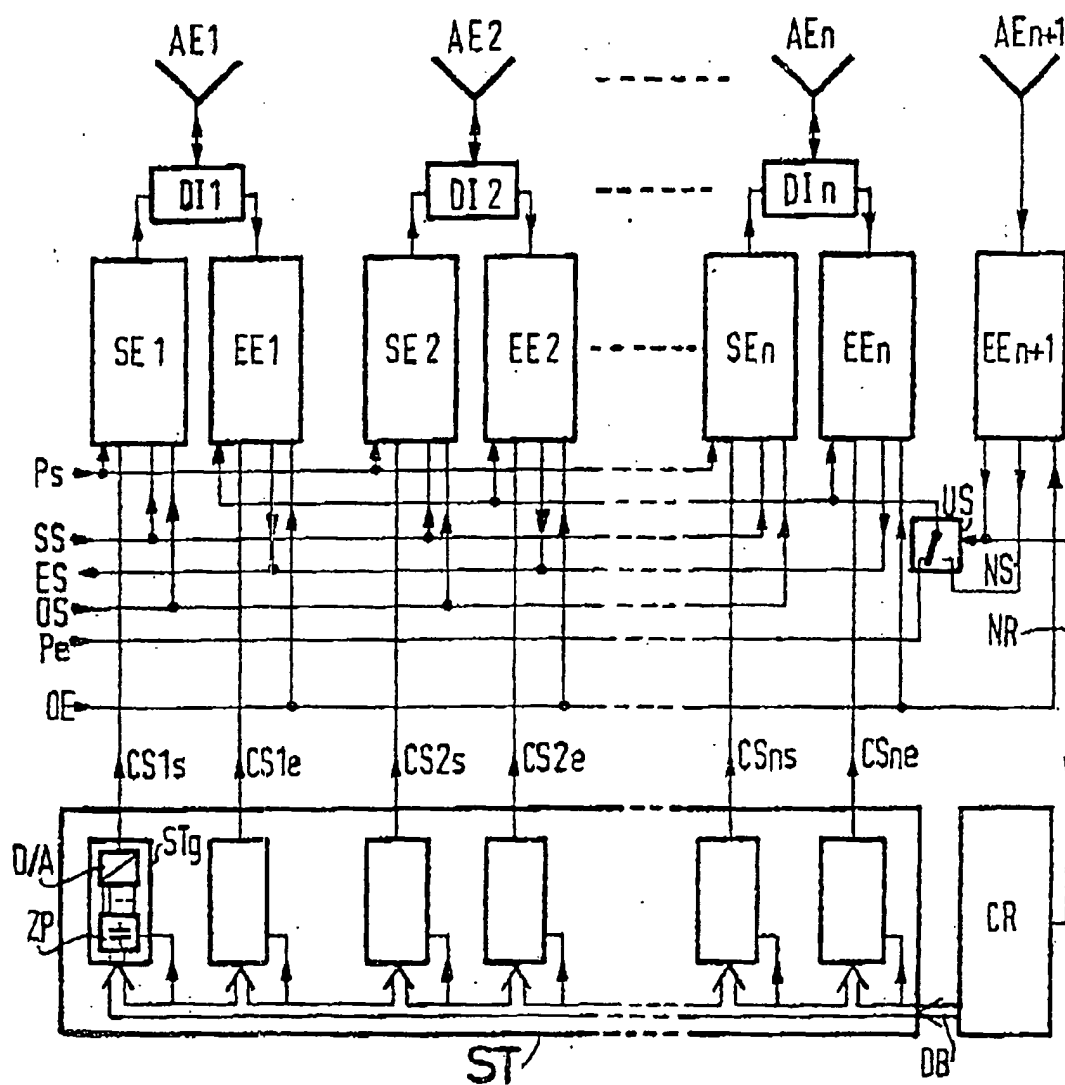
9 Patent Claims

6 Figures

Number: 2,812,575  
 Int. Cl.<sup>2</sup>: H 01 Q 3/26  
 Date filed: March 22, 1978  
 Date laid open: Sept. 27, 1979

2,812,575  
 78 P6577 FRG

FIG 1



Number: 2,812,575

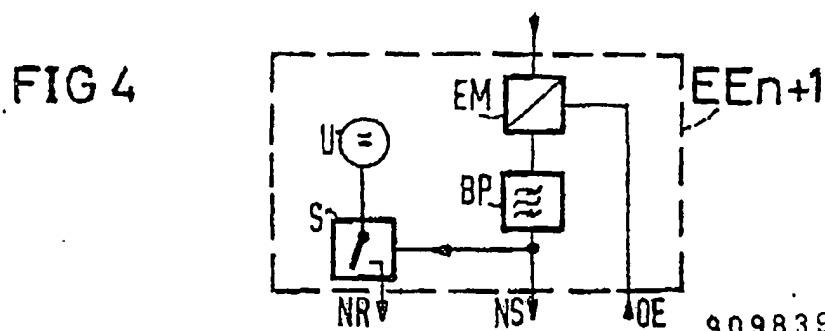
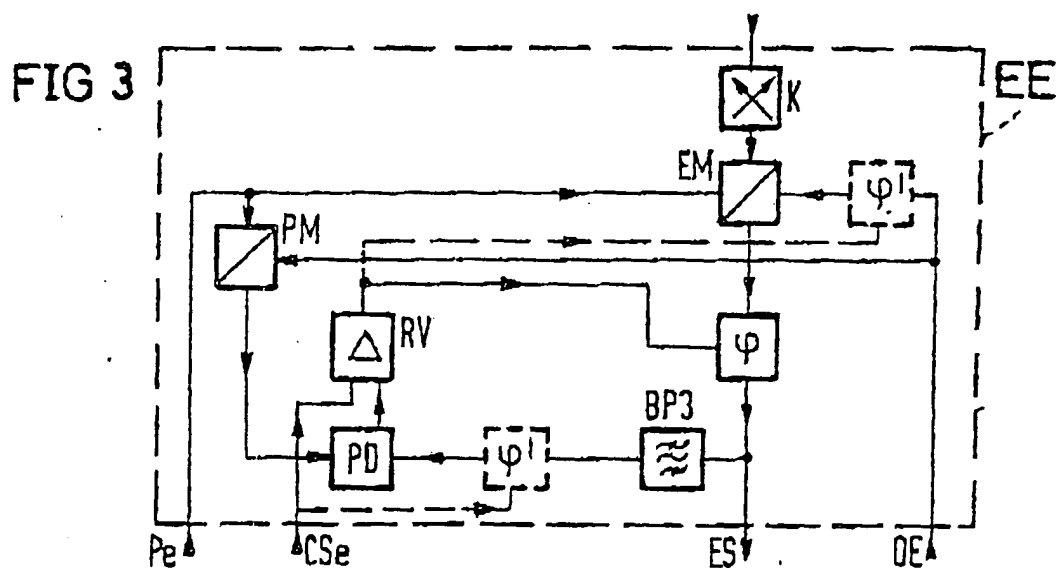
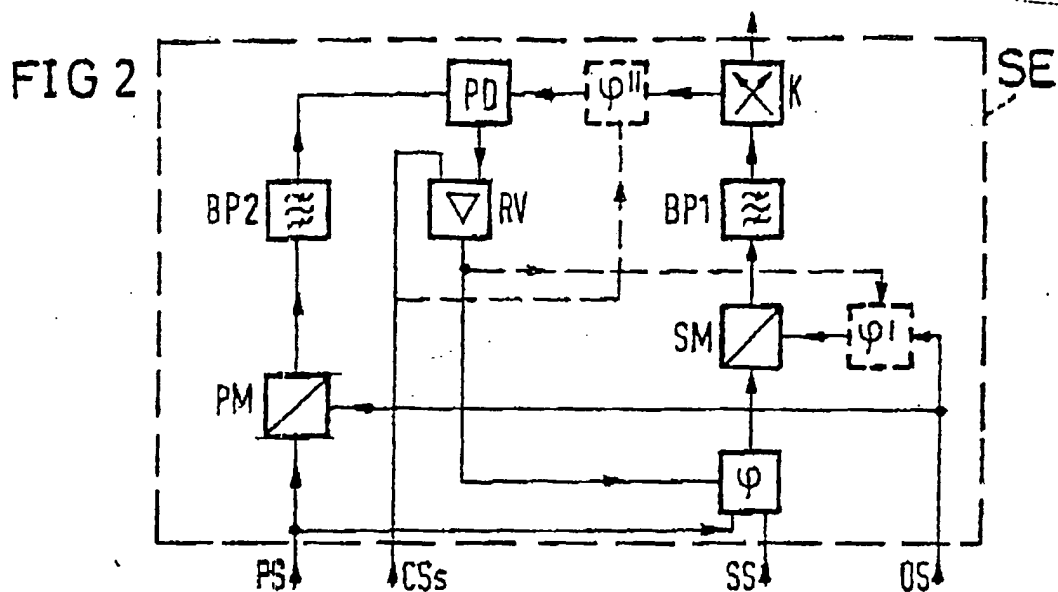
Int. Cl.<sup>2</sup>: H 01 Q 3/26

Date filed: March 22, 1978

Date laid open: Sept. 27, 1979

2,812,575

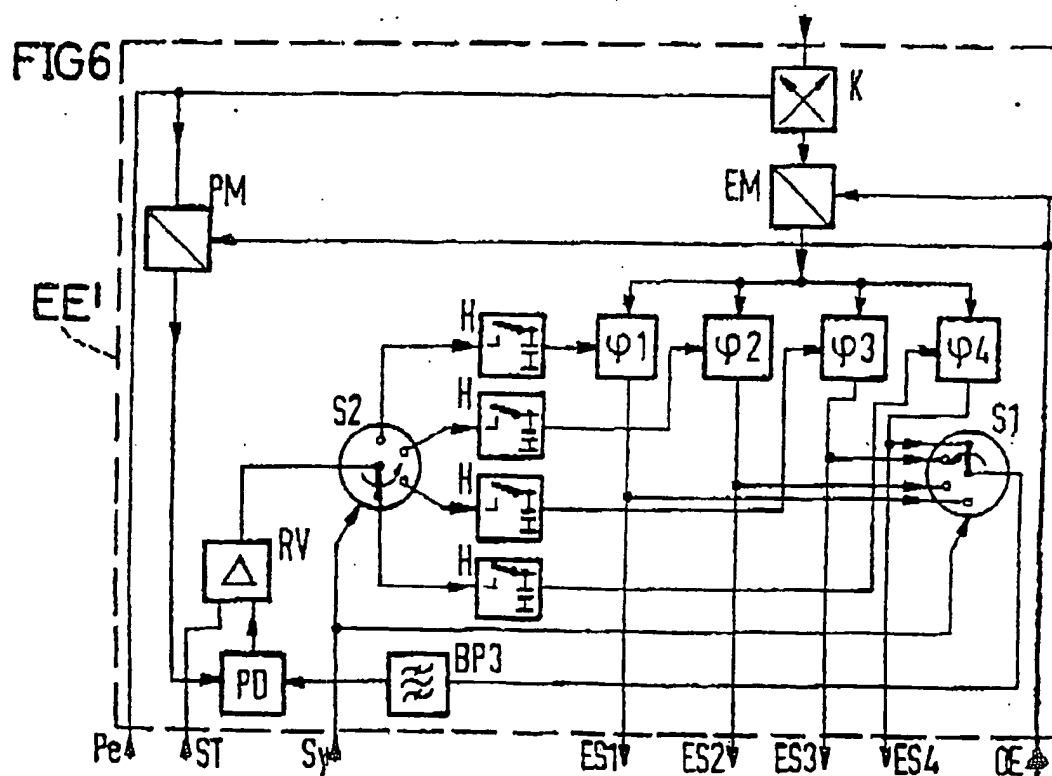
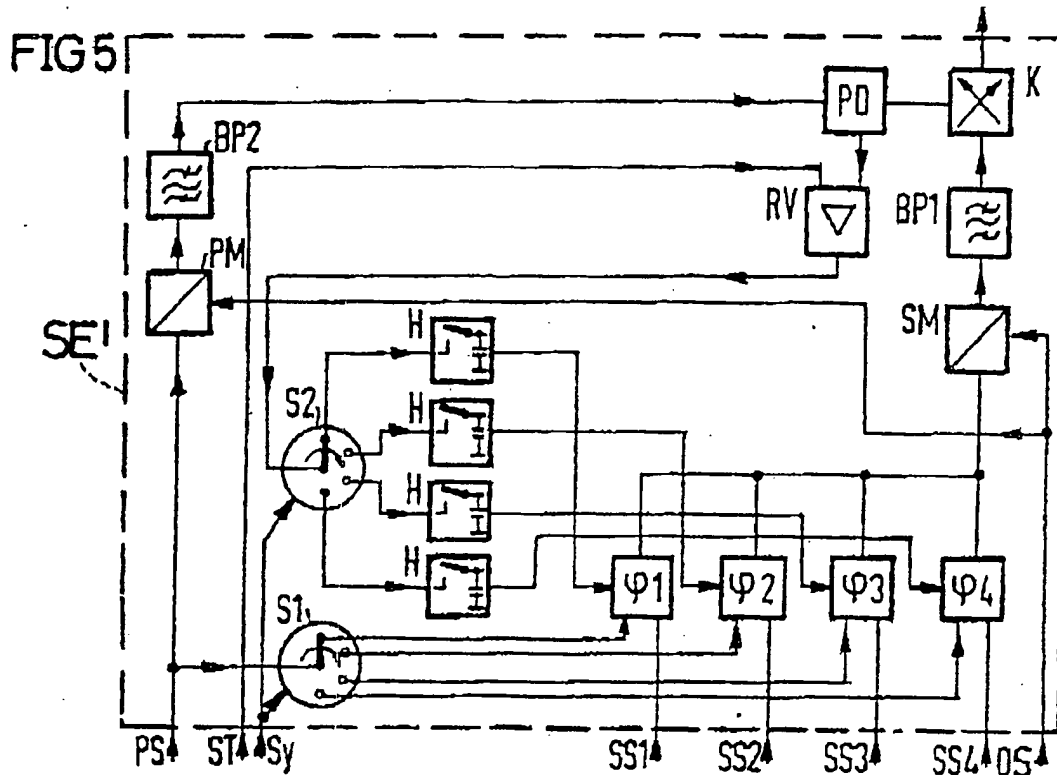
78 P6577 FRG



909839/0430

Number: 2,812,575  
 Int. Cl.<sup>2</sup>: H 01 Q 3/26  
 Date filed: March 22, 1978  
 Date laid open: Sept. 27, 1979

2,812,575  
 78 P6577 FRG



51

Int. Cl. 2:

H01 Q 3/26

19

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 28 12 575 A 1

11

# Offenlegungsschrift 28 12 575

21

Aktenzeichen:

P 28 12 575.9-35

22

Anmeldetag:

22. 3. 78

43

Offenlegungstag:

27. 9. 79

31

Unionspriorität:

32 33 31

59

Bezeichnung:

Phasengesteuertes Antennenfeld

71

Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

72

Erfinder:

Lehmann, Uwe, Dipl.-Ing., 8021 Neuried;  
Störzbach, Werner H., Dipl.-Ing. Dr.phil., 8000 München

Prüfungsantrag gem. § 28b PatG ist gestellt

E 28 12 575 A 1

Am



Patentansprüche

1. Phasengesteuertes Antennenfeld mit einzelnen Antennenelementen, die jeweils an die Ausgänge von Sendeeinrichtungen, die Phaseneinstellvorrichtungen für den Träger des den Sendeeinrichtungen gemeinsamen Sendesignals aufweisen, angeschaltet sind, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß jede Sendeeinrichtung (SE) einen Pilotregelkreis mit einem Phasendiskriminator (PD) und einem einstellbaren Phasenschieber ( $\vartheta, \vartheta'$ ) aufweist, dessen ersten Eingang das dem Sendesignalweg in der ZF-Ebene zugesetzte und in der RF-Ebene am Ausgang der Sendeeinrichtung wiederum ausgekoppelte Pilotsignal ( $P_s$ ) zugeführt ist und an dessen zweiten Eingang das über einen Pilotsignalweg (PM, BP2) in gleicher Weise in die RF-Ebene umgesetzte Pilotsignal ebenfalls ansteht und daß der Ausgang des Phasendiskriminators mit dem Stell-  
eingang des Phasenschiebers in Verbindung steht, der entweder vor dem Umsetzer (SM) und hinter der Pilot-  
zuführung im Sendesignalweg oder aber vor dem Eingang des Umsetzers für den Umsetzoszillator angeordnet ist.

2. Phasengesteuertes Antennenfeld mit einzelnen Antennenelementen, die jeweils an die Eingänge von Empfangseinrichtungen, die Phaseneinstellvorrichtungen für den Träger der an den Ausgängen der Empfangseinrichtungen zu einem Summensignal zusammengefaßten Empfangssignale aufweisen, angeschaltet sind, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß jede Empfangseinrichtung (EE) einen Pilotregelkreis mit einem Phasendiskriminator (PD) und einem einstellbaren Phasenschieber ( $\vartheta, \vartheta'$ ) aufweist, dessen ersten Eingang das dem Empfangssignalweg in der RF-Ebene am Eingang der Empfangseinrichtung zugesetzte und in der ZF-Ebene wiederum ausgekoppelte Pilotsignal ( $P_e$ ) zugeführt ist und an dessen zweiten Eingang das über einen Pilotsignalweg (PM) in gleicher Weise in die ZF-Ebene umgesetzte Pilotsignal ebenfalls

ansteht und daß der Ausgang des Phasendiskriminators mit dem Stelleingang des Phasenschiebers in Verbindung steht, der entweder hinter dem Umsetzer (EM) und vor der Pilotsignalauskopplung (BP3) im Empfangssignalweg oder aber vor dem Eingang des Umsetzers für den Umsetz-  
5 oszillator angeordnet ist.

3. Phasengesteuertes Antennenfeld nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß je-  
10 weils eine Sende- und eine Empfangseinrichtung (SE, EE) über einen Diplexer (DI) mit einem Antennenelement (AE) zusammengeschaltet sind.

4. Phasengesteuertes Antennenfeld, bei dem die einstell-  
15 baren Phasenschieber vor den Umsetzern im Sendesignalweg der Sendeeinrichtungen angeordnet sind, nach Anspruch 1 oder 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zur Realisierung von m Antennen-Sendekeulen für m Sendesignale (SS) jede Sendeeinrichtung (SE') m  
20 einstellbare, ausgangsseitig einander parallel geschaltete Phasenschieber ( $\varphi_1 \dots \varphi_4$ ) sowie einen ersten und einen zweiten synchron miteinander umlaufenden Schrittschalter (S1, S2) mit m Schaltkontakten aufweist, daß  
25 ferner die m Schaltkontakte des ersten Schrittschalters (S1), an dessen Schaltarm das Regelsignal vom Ausgang des Phasendiskriminators (PD) anliegt, in einer vorgegebenen Reihenfolge über Haltekreise (H) mit den m  
Stelleingängen der m Phasenschieber verbunden sind und daß die m Schaltkontakte des zweiten Schrittschalters  
30 (S2), an dessen Schaltarm das Pilotssignal (PS) anliegt, in der gleichen Reihenfolge mit den zugehörigen m Signaleingängen für die m Sendesignale in Verbindung stehen.

35 5. Phasengesteuertes Antennenfeld, bei dem die einstellbaren Phasenschieber hinter den Umsetzern im Empfangssignalweg der Empfangseinrichtungen angeordnet sind,

nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß zur Realisierung von m Antennen-  
Empfangskeulen für m Empfangssignale (ES), jede Emp-  
fangseinrichtung (EE') m einstellbare, eingangsseitig  
5 einander parallel geschaltete Phasenschieber (§ 1...  
§ 4) sowie einen ersten und einen zweiten synchron  
miteinander umlaufenden Schrittschalter (S1, S2) mit  
m Schaltkontakten aufweist, daß ferner die m Schaltkon-  
takte des ersten Schrittschalters (S1) an dessen Schalt-  
10 arm das Regelsignal vom Ausgang des Phasendiskriminators  
(PD) anliegt, in einer vorgegebenen Reihenfolge über  
Hältekreise (H) mit den Stelleingängen der m Phasen-  
schieber verbunden sind und daß die m Schaltkontakte  
des zweiten Schrittschalters (S2) dessen Schaltarm mit  
15 dem zweiten Eingang des Phasendiskriminators (PD) in  
Verbindung steht, in der gleichen Reihenfolge mit den  
zugehörigen Signalausgängen für die m Empfangssignale  
verbunden sind.

20 6. Phasengesteuertes Antennenfeld nach einem der voraus-  
gehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß zwischen dem Ausgang des Phasen-  
diskriminators (PD) der Phaseneinstellvorrichtungen der  
Sende- und/oder Empfangseinrichtungen (SE, SE', EE, EE')  
25 ein Regelverstärker (RV) in Form eines Differenzver-  
stärkers mit seinem einen Eingang nachgeschaltet ist,  
an dessen anderen Eingang ein veränderbares Steuersig-  
nal (CS) anliegt.

30 7. Phasengesteuertes Antennenfeld nach einem der An-  
sprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -  
n e t , daß im Pilotsignalweg in der RF-Ebene hinter  
der Auskopplung des Pilotsignals (Ps) aus dem Sendesig-  
nalweg und/oder vor der Einkopplung des Pilotsignals  
35 (Pe) in den Empfangssignalweg ein zusätzlicher Phasen-

2812575

- 4 -

78 P 6 5 7 7 BRD

schieber (9") angeordnet ist, an dessen Stelleingang ein veränderbares Steuersignal (CS) anliegt.

8. Phasengesteuertes Antennenfeld nach Anspruch 6 oder 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die veränderbaren Steuersignale (CS) für die Sende- und/oder Empfangseinrichtungen (SE, SE', EE, EE') zu Zwecken der steuerbaren Antennenkeulenschwenkung von einer den Einrichtungen entsprechenden Zahl von rechnergesteuerten Steuersignalgebern (STg) einer Steuereinrichtung (ST) erzeugt sind.

9. Phasengesteuertes Antennenfeld nach Anspruch 2 oder 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein zusätzliches Antennenelement (AEn+1) mit einer ihm nachgeschalteten Notruf-Empfangseinrichtung (EEn+1) mit einem Empfangsmischer (EM) und einem diesem nachgeschalteten schmalen Bandpaßfilter (BP) vorgesehen ist, daß ferner die Notruf-Empfangseinrichtung neben dem Notrufsignalausgang einen Steuersignalausgang für eine Schalteinrichtung (US) aufweist, über die bei Auftreten eines Notrufsignals (NS) und damit eines Schaltsignals (NR) am Steuersignalausgang das Pilotsignal (Pe) für die Pilotregelkreise der Empfangseinrichtungen (EE) durch das Notrufsingal ersetzt wird und daß dieses Schaltsignal, sofern erforderlich, die in den Pilotregelkreisen der Empfangseinrichtungen wirksamen veränderbaren Steuersignale (CS) abschaltet.

2812575

5

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

Unser Zeichen  
78 P 6 5 7 7 BRD

Phasengesteuertes Antennenfeld

Die Erfindung bezieht sich auf ein phasengesteuertes Antennenfeld mit einzelnen Antennenelementen.

In einem solchen Antennenfeld wird eine Strahlungskeule durch eine bestimmte Phasenbelegung der Antennenelemente erzeugt. Eine Sendekeule entsteht, wenn die Einzelstrahler mit Sendeträgern gespeist werden, die vorgegebene Phasenunterschiede aufweisen. Eine Empfangskeule entsteht, wenn die von den Einzelstrahlern empfangenen Trägersignale mit vorbestimmten Phasenverschiebungen beaufschlagt werden. Mit anderen Worten läßt sich mittels eines solchen Antennenfeldes eine Richtantenne verwirklichen, deren Richtstrahlung sowohl hinsichtlich der Strahlbreite der Hauptkeule als auch hinsichtlich der Strahlrichtung dieser Hauptkeule durch die Phasenbelegung der einzelnen Antennenelemente gesteuert werden kann.

Die Einstellung einer gewünschten Phasenbelegung und damit die Einstellung einer bestimmten Strahlungskeule

Jae 1 Kom / 07.03.1978.

909839/0430

6  
kann mit Hilfe von Phasenschiebern oder durch Vorgabe von Sollwertspannungen für die den einzelnen Antennenelementen zugeordneten Phaseneinstellvorrichtungen herbeigeführt werden. Wie beispielsweise die Literatur-  
5 stelle "Electronic Design", April 1961, Seite 170, ausweist, kann die Phasenbelegung der Antennenelemente des Antennenfeldes mit einer festverdrahteten oder schaltbaren passiven Phasenschiebermatrix erzeugt werden, die entweder in der Radiofrequenzebene unmittelbar vor den  
10 einzelnen Antennenelementen oder im Zwischenfrequenzbereich eingefügt wird.

Wie die Praxis zeigt, führen bei der Einstellung der Phasenbelegung im Radiofrequenzbereich die unvermeidli-  
15 chen Dämpfungsverluste der Phasenschieberelemente zur Reduzierung der abgestrahlten Leistung bzw. zur Verminderung der Empfangsempfindlichkeit. Wird dagegen die Phasenbelegung im Zwischenfrequenzbereich eingestellt, so können die Sende- und Empfangsverstärker bei minima-  
20 len Zuleitungsverlusten an die einzelnen Antennenelemente angekoppelt werden. Es ist hierbei jedoch zu beachten, daß für die Ausrichtung der Antennenkeulen die Phasenbeziehung in der Radiofrequenzebene an den Anschlüssen der einzelnen Antennenelemente entscheidend  
25 ist. Es besteht mit anderen Worten die latente Gefahr, daß die im Zwischenfrequenzbereich eingestellten Phasenverschiebungen bei der Übertragung in die Radiofrequenzebene verfälscht werden, z.B. durch temperatur- und alterungsabhängige Phasencharakteristiken der Sen-  
30 de- und/oder Empfangseinrichtungen. Die Folge davon sind unerwünschte Deformationen der Antennenkeule und Richtfehler in der Strahlungscharakteristik.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für ein pha-  
35 sengesteuertes Antennenfeld der einleitend genannten Art eine weitere Lösung anzugeben, die auch bei Vor-

nahme der Phaseneinstellung in der Zwischenfrequenzebene diese Einstellung mit hoher Genauigkeit auch in der Radiofrequenzebene gewährleistet.

5 Diese Aufgabe wird für ein als Sendeantenne vorgesehenes phasengesteuertes Antennenfeld mit einzelnen Antennenelementen, die jeweils an die Ausgänge von Sendeeinrichtungen, die mit Phaseneinstellvorrichtungen für den Träger des den Sendeeinrichtungen gemeinsamen Sendesignals aufweisen, angeschaltet sind, gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß jede Sendeeinrichtung einen Pilotregelkreis mit einem einstellbaren Phasenschieber und einem Phasendiskriminator aufweist, dessen ersten Eingang das dem Sendesignalweg in der ZF-Ebene zuge-

10 setzte und in der RF-Ebene am Ausgang der Sendeeinrichtung wiederum ausgekoppelte Pilotsignal zugeführt ist und an dessen zweiten Eingang das über einen Pilotsignalweg in gleicher Weise in die RF-Ebene umgesetzte Pilotsignal ebenfalls ansteht und daß der Ausgang des

15 Phasendiskriminators mit dem Stelleingang des Phasenschiebers in Verbindung steht, der entweder vor dem Umsetzer und hinter der Pilotsignalzuführung im Sendesignalweg oder aber vor dem Eingang des Umsetzers für den Umsetzoszillator angeordnet ist.

25

Ferner wird diese Aufgabe für ein als Empfangsantenne vorgesehenes phasengesteuertes Antennenfeld mit einzelnen Antennenelementen, die jeweils an die Eingänge von Empfangseinrichtungen, die Phaseneinstellvorrichtungen für den Träger der an den Ausgängen der Empfangseinrichtungen zu einem Summensignal zusammengefaßten Empfangssignale aufweisen, angeschaltet sind, gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß jede Empfangseinrichtung einen Pilotregelkreis mit einem einstellbaren Phasenschieber und einem Phasendiskriminator aufweist, dessen

30 erster Eingang das dem Empfangssignalweg in der Radio-

35

- 4 -

78 P 6 5 7 7 BRD

frequenzebene am Eingang der Empfangseinrichtung zuge-  
setzte und in der ZF-Ebene wiederum ausgekoppelte Pilot-  
signal zugeführt ist und an dessen zweiten Eingang das  
über einen Pilotsignalweg in gleicher Weise in die ZF-  
5 Ebene umgesetzte Pilotsignal ebenfalls ansteht und daß  
der Ausgang des Phasendiskriminators mit dem Stellein-  
gang des Phasenschiebers in Verbindung steht, der ent-  
weder hinter dem Umsetzer und vor der Pilotsignalaus-  
kopplung im Empfangssignalweg oder aber vor dem Eingang  
10 des Umsetzers für den Umsetzoszillator angeordnet ist.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich  
die gewünschte unterschiedliche Phasenbelegung der ein-  
zelnen Antennenelemente des phasengesteuerten Antennen-  
feldes in der Radiofrequenzebene mit relativ niedrigem  
15 Aufwand durch den Einsatz von Piltoregelkreisen gewähr-  
leisten läßt, durch die auftretende unerwünschte Pha-  
senänderungen im Sendesignalweg bzw. im Empfangssignal-  
weg durch die hier vorgesehenen Umsetzeinrichtungen ein-  
20 schließlich der Verstärker und der selektiven Mittel  
kontinuierlich ausgeregelt werden können.

Durch die Literaturstelle IEEE, Transactions Antennas  
and Propagation, Vol. AP-12, 1964, Nr. 2, Seiten 161  
25 bis 169 ist bereits ein elektronisch steuerbares adap-  
tives Antennensystem bekannt, bei dem die Empfangsein-  
richtung für die einzelnen Antennenelemente ebenfalls  
eine Phaseneinstellvorrichtung aufweist, die hierbei  
in der Zwischenfrequenzebene wirksam ist. Diese Phasen-  
30 einstellvorrichtung besteht hier aber jeweils aus einem  
in der Phase nachgezogenen Umsetzoszillator, also in  
einem sogenannten "Phase Locked-Loop". Eine solche Pha-  
seneinstellvorrichtung stellt einen relativ hohen Auf-  
wand dar, weil hier jede Empfangseinrichtung einen  
35 eigenen Umsetzoszillator, der dazu noch in der Phase  
nachregelbar sein muß, benötigt. Außerdem eignet sich



diese Phasenregelanordnung nur für eine automatische Ausrichtung der Antenne auf eine sich im Raum bewegende Signalquelle, ist also in ihren Anwendungsmöglichkeiten erheblich eingeschränkt.

5

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann das phasengesteuerte Antennenfeld dadurch in einfacher Weise gleichzeitig für Senden und Empfangen verwendet werden, daß jeweils eine Sende- und eine Empfangseinrichtung über einen Diplexer mit einem Antennenelement zusammengeschaltet werden.

In Weiterbildung der Erfindung können die Pilotregelkreise auch für phasengesteuerte Antennenfelder zur Anwendung kommen, die gleichzeitig zwei und mehr nach Öffnungs- und Richtungswinkel sich unterscheidende Antennenkeulen realisieren, ohne daß hierzu die Anzahl der auf eine Sendeeinrichtung bzw. eine Empfangseinrichtung bezogenen Pilotregelkreise entsprechend vergrößert werden muß.

Für ein als Sendeantenne vorgesehenes phasengesteuertes Antennenfeld, bei dem die einstellbaren Phasenschieber vor den Umsetzern im Sendesignalweg der Sendeeinrichtungen angeordnet sind, weist jede Sendeeinrichtung zur Realisierung von  $m$  Antennen-Sendekeulen für  $m$  Sendesignale  $m$  einstellbare ausgangsseitig einander parallelgeschaltete Phasenschieber sowie einen ersten und einen zweiten synchron miteinander umlaufenden Schrittschalter mit  $m$  Schaltkontakten auf. Dabei sind die  $m$  Schaltkontakte des ersten Schrittschalters, an dessen Schaltarm das Regelsignal vom Ausgang des Phasendiskriminators anliegt, in einer vorgegebenen Reihenfolge über Haltekreise mit den  $m$  Stelleingängen der  $m$  Phasenschieber verbunden. Die  $m$  Schaltkontakte des zweiten Schrittschalters, an dessen Schaltarm das Pilotsignal

2812575

10

- 8 -

78 P 6 5 7 7 BRD

anliegt, stehen dabei in der gleichen Reihenfolge mit den zugehörigen  $m$  Signaleingängen für die  $m$  Sendesignale in Verbindung.

- 5 Eine entsprechende Lösung für ein als Empfangsantenne vorgesehenes phasengesteuertes Antennenfeld ist im Patentanspruch 5 angegeben.

Nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung kann das  
10 als Empfangsantenne vorgesehene phasengesteuerte Antennenfeld dadurch automatisch auf ein empfangenes Notrufsignal nachgeführt werden, daß ein zusätzliches Antennenelement mit einer ihm nachgeschalteten Notrufempfangseinrichtung mit einem Empfangsmischer und einem  
15 diesem nachgeschalteten schmalen Bandpaßfilter vorgesehen ist. Dabei weist die Notrufempfangseinrichtung neben dem Notrufsignalausgang einen Steuersignalausgang für eine Schalteinrichtung auf, über die bei Auftreten eines Notrufsignals und damit eines Schaltsignals, am Steuersignalausgang, das Pilotsignal für die  
20 Pilotregelkreise der Empfangseinrichtungen durch das Notrufsignal ersetzt wird und dieses Schaltsignal zusätzlich, sofern erforderlich, die in den Pilotregelkreisen der Empfangseinrichtungen wirksamen veränderbaren Steuersignale abschaltet.  
25

Weitere bevorzugte Ausführungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 6 bis 8 angegeben.

- 30 An Hand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen soll die Erfindung im folgenden noch näher erläutert werden. In der Zeichnung bedeuten

Fig. 1 ein Übersichtsblockschaltbild eines für Senden und Empfangen geeignetes phasengesteuertes Antennenfeld nach der Erfindung

35 Fig. 2 das Blockschaltbild einer Sendeeinrichtung

nach Fig. 1

Fig. 3 das Blockschaltbild einer Empfangseinrichtung nach Fig. 1

Fig. 4 das Blockschaltbild einer Notruf-Empfangseinrichtung nach Fig. 1

5 Fig. 5 ein für mehrere Sendesignale erweitertes Blockschaltbild der Sendeeinrichtung nach Fig. 2

Fig. 6 ein für mehrere Empfangssignale erweitertes Blockschaltbild der Empfangseinrichtung nach

10 Fig. 3.

Das eine Sende-Empfangsantenne darstellende phasengesteuerte Antennenfeld nach Fig. 1 weist  $n+1$  Antennenelemente  $AE_1, AE_2 \dots AE_n, AE_{n+1}$  auf. Die Antennenelemente  $AE_1 \dots AE_n$  sind jeweils über die Diplexer  $DI_1 \dots DI_n$  mit einer Sendeeinrichtung  $SE_1 \dots SE_n$  und einer Empfangseinrichtung  $EE_1 \dots EE_{n+1}$  verbunden. Die Empfangseinrichtung  $EE_{n+1}$  stellt zusammen mit ihrem Antennenelement  $AE_{n+1}$  eine Notruf-Empfangseinrichtung dar, auf die noch näher  
20 eingegangen wird.

Die Sendeeinrichtung  $SE_1 \dots SE_n$  haben einen Eingang für das sendeseitige Pilotsignal  $Ps$  einen Eingang für das Umsetzozillatorsignal  $OS$  und jeweils einen Eingang  
25 für ein Steuersignal  $CS_{1s} \dots CS_{ns}$ . In gleicher Weise weisen die Empfangseinrichtungen  $EE_1 \dots EE_n$  einen Eingang für das empfangsseitige Pilotsignal  $Pe$  einen Ausgang für das Empfangssignal  $ES$ , einen Eingang für das empfangsseitige Umsetzozillatorsignal  $OE$  und einen  
30 Eingang für ein Steuersignal  $CS_{1e} \dots CS_{ne}$  auf.

Die Steuersignale werden von einer Steuereinrichtung  $ST$  geliefert, die eine den Sende- und Empfangseinrichtungen entsprechende Zahl von Steuersignalgebern  $STg$  aufweist. Die Steuersignalgeber werden gemeinsam über den  
35 Datenbus  $D_3$  vom Rechner  $CR$  gesteuert. Jeder Steuersig-

- nalgeber STg besteht eingangsseitig aus einem Zwischen-  
speicher ZP, dem über den Datenbus DB die Steuersignal-  
sollwerte in Form von Adressen eingespeichert werden und  
einem sich an den Zwischenspeicher ZP anschließenden  
5 Digital-Analogwandler D/A. Mit Hilfe der Steuersignale  
CS1s...CSns und CS1e...CSne lassen sich die für eine  
vorgegebene Strahl-Charakteristik des Antennenfeldes  
vorgegebenen Phaseinstellungen der den Antennenelemen-  
ten AE1...AEn zugeordneten Sende-und Empfangseinrich-  
10 tungen vornehmen.

- Wie Fig. 1 ferner erkennen läßt, wird den Eingängen der  
Empfangseinrichtungen EE1...EEn das empfangsseitige Pi-  
lotsignal Pe über den von der Notruf-Empfangseinrich-  
15 tung EEn+1 gesteuerten Umschalter US zugeführt. Die  
Notruf-Empfangseinrichtung EEn+1 weist neben ihrem Ein-  
gang für das empfangsseitige Umsetzozillatorsignal OE  
einen Ausgang für das Notrufsignal NS und einen Steuer-  
signalausgang für ein vom empfangenen Notrufsignal ab-  
20 geleitetes Schaltsignal NR auf. Bei Empfang eines Not-  
rufsignals NS wird dieses über den Umschalter US an die  
Eingänge der Empfangseinrichtungen für das Pilotsignal  
Pe gelegt und dabei gleichzeitig dieses Pilotsignal ab-  
geschaltet. Zugleich wird das Schaltsignal NR am Rech-  
25 ner CR für die Steuereinrichtung ST in dem Sinne wirk-  
sam, daß die Steuersignale am Ausgang dieser Steuerein-  
richtung abgeschaltet werden. Der Ersatz des empfangs-  
seitigen Pilotsignals Pe durch das empfangene Notruf-  
signal NS hat die Wirkung, daß sich die Strahlcharakte-  
30 ristik des Antennenfeldes automatisch in Richtung der  
das Notrufsignal aussendenden Signalquelle ausrichtet.

- Das nähere Einzelheiten aufweisende Blockschaltbild  
für eine Sendeeinrichtung SE nach Fig. 1 weist im Sig-  
35 nalzweig auf der Eingangsseite für das Sendesignal SS  
den einstellbaren Phasenschieber  $\varphi$  auf, über den das

Sendesignal dem einen Eingang des sendeseitigen Mischers SM zugeführt ist. Am zweiten Eingang des Mischers SM liegt das Umsetzoszillatorsignal OS an. Dem Mischer folgt der Bandpaß BP1, der die unerwünschten Mischanteile unterdrückt. Das Sendesignal wird dann zusammen mit dem Pilotsignal Ps, das ebenfalls dem einstellbaren Phasenschieber  $\varphi$  über einen zweiten Eingang zugeführt und mit dem Sendesignal von der ZF-Ebene in die RF-Ebene hochgemischt worden ist, dem Koppler K zugeführt. Der

10 Koppler K koppelt das Pilotsignal wiederum aus dem Sendesignalweg aus und führt es dem einen Eingang des Phasendiskriminators PD zu. Das nicht ausgekoppelte Sendesignal wird im Anschluß an den Koppler K, dem zugehörigen Antennenelement eingespeist. Das Pilotsignal Ps

15 wird weiterhin über den Mischer PM mit nachgeschalteten Bandpaß BP2 über einen besonderen Pilotsignalweg ebenfalls von der ZF-Ebene in die RF-Ebene hochgemischt und dem zweiten Eingang des Phasendiskriminators PD zugeführt. Die das Vergleichsergebnis beinhaltende Ausgangsspannung des Phasendiskriminators wird dem einen

20 Eingang des Regelverstärkers RV zugeführt, an dessen zweitem Eingang das Steuersignal CSs anliegt. Der Regelverstärker ist ein Differenzverstärker, mit dessen Hilfe es möglich ist, in Abhängigkeit der Größe des Steuersignals CSs den einstellbaren Phasenschieber  $\varphi$  in relativ

25 weiten Grenzen einzustellen. Eine von Null Volt abweichende Steuerspannung CSs ergibt als Regelergebnis eine ihrer Größe proportionale Phasendifferenz zwischen dem Pilotsignal am Ausgang des Kopplers K und dem hochgemischten Pilotsignal am Ausgang des Bandpasses BP2.

30

Anstelle des einstellbaren Phasenschiebers  $\varphi$  auf der Eingangsseite des Mischers SM kann auch ein einstellbarer Phasenschieber  $\varphi'$  auf der Eingangsseite des

35 Mischers für das Umsetzoszillatorsignal OS vorgesehen sein. In Fig. 2 ist dies durch die Darstellung in un-

- 10 -

78 P 6 5 7 7 BRD

unterbrochenen Linien angedeutet. Auch besteht weiterhin die Möglichkeit, anstelle eines Differenzverstärkers als Regelverstärker einen einfachen Regelverstärker zu verwenden und die gewünschte Phasenverschiebung über das 5 Steuersignal CSs mit Hilfe eines weiteren einstellbaren Phasenschiebers  $\Psi$  " im Verbindungsweg zwischen dem Koppler K und dem Phasendiskriminator PD herbeizuführen. Auch diese Variante ist in Fig. 2 in unterbrochenen Linien dargestellt.

10

Ein der Fig. 2 entsprechendes, nähere Einzelheiten aufweisendes Blockschaltbild für eine Empfangseinrichtung EE nach Fig. 1 zeigt Fig. 3. Das nunmehr in der Radiofrequenzebene vorliegende empfangsseitige Pilotsignal 15  $P_e$  wird in dieser Ebene über den Koppler K in den Empfangssignalweg eingekoppelt und gemeinsam mit dem empfangenen Signal im empfangsseitigen Mischer EM in die ZF-Lage umgesetzt. Das Empfangssignal ES durchläuft hier, bevor es den Ausgang der Empfangseinrichtung erreicht, 20 den empfangsseitigen einstellbaren Phasenschieber  $\Psi$ . Auf der Ausgangsseite des einstellbaren Phasenschiebers  $\Psi$  wird das Pilotsignal aus dem Empfangssignalweg über den Bandpaß BP3 ausgekoppelt und dem einen Eingang des Phasendiskriminators PD zugeführt. Am anderen Ein- 25 gang des Phasendiskriminators liegt das über den Mischer PM in die ZF-Lage umgesetzte Pilotsignal  $P_e$ . Auch hier kann anstelle des einstellbaren Phasenschiebers  $\Psi$  im Empfangssignalweg von einem einstellbaren Phasenschieber  $\Psi'$  in der Zuleitung für das empfangsseitige 30 Umsetzoszillatorsignal OE Gebrauch gemacht werden. Bei Verwendung eines einstellbaren Phasenschiebers  $\Psi$  " zwischen dem Bandpaß BP3 und dem Phasendiskriminator PD kann zum Wirksamwerden eines Steuersignals CSe auf eine Differenzverstärkerausführung des Regelverstärkers RV 35 verzichtet werden.

10

25

100-442121-5A

2812575

16  
- 12 - 78 P 6 5 7 7 BRD

Stelleingängen der vier Phasenschieber über einen syn-  
chron zum ersten Schrittschalter S1 umlaufenden zwei-  
ten Schrittschalter S2 zugeführt, der hierzu ebenfalls  
vier Schaltkontakte aufweist. Um das Regelsignal an den  
5 Stelleingängen der einstellbaren Phasenschieber S1...  
S4 in den Pausen, in denen der Schaltarm des Schrittschalters S2 keine Verbindung zum betreffenden Stelleingang herstellt, aufrecht zu erhalten, ist dem Stelleingang jedes der vier Phasenschieber ein Haltekreis H  
10 vorgeschaltet. Die Schaltfolge der beiden Schrittschalter S1 und S2, die gemeinsam von Synchronsignal Sy gesteuert werden, ist so vorgenommen, daß jeweils dann, wenn das Pilotsignal PS am zugehörigen Eingang eines Phasenschiebers dem Signalweg zugeführt wird, auch das  
15 Regelsignal über den Haltekreis H auf den Stelleingang des betreffenden Phasenschiebers aufgeschaltet wird.

Bei der Empfangseinrichtung EE' nach Fig. 6 sind die vier Phasenschieber S1... 4 eingangsseitig dem Ausgang  
20 des empfangsseitigen Mischers EM parallelgeschaltet. Das Regelsignal vom Ausgang des Regelverstärkers RV wird wiederum über den umlaufenden zweiten Schrittschalter S2 und die Haltekreise H den Stelleingängen dieser Phasenschieber zugeführt. Der zum zweiten Schrittschalter S2 synchron umlaufende erste Schrittschalter S1  
25 ist mit seinen vier Kontakten mit den vier Ausgangsanschlüssen der Phasenschieber für die vier Empfangssignale ES1...ES4 verbunden und leitet im Rhythmus der Abtastung der Schaltkontakte in der vorgegebenen Reihenfolge das Pilotsignal Pe in der ZF-Ebene über den Bandpaß BP3 an den einen Eingang des Phasendiskriminators PD.

9 Patentansprüche

35 6 Figuren



Nummer: 28 12 575  
 Int. Cl. 2: H 01 Q 3/26  
 Anmeldetag: 22. März 1978  
 Offenlegungstag: 27. September 1979

2812575

- 19 -

78 P 6 5 7 7 BRD 1/3

FIG I

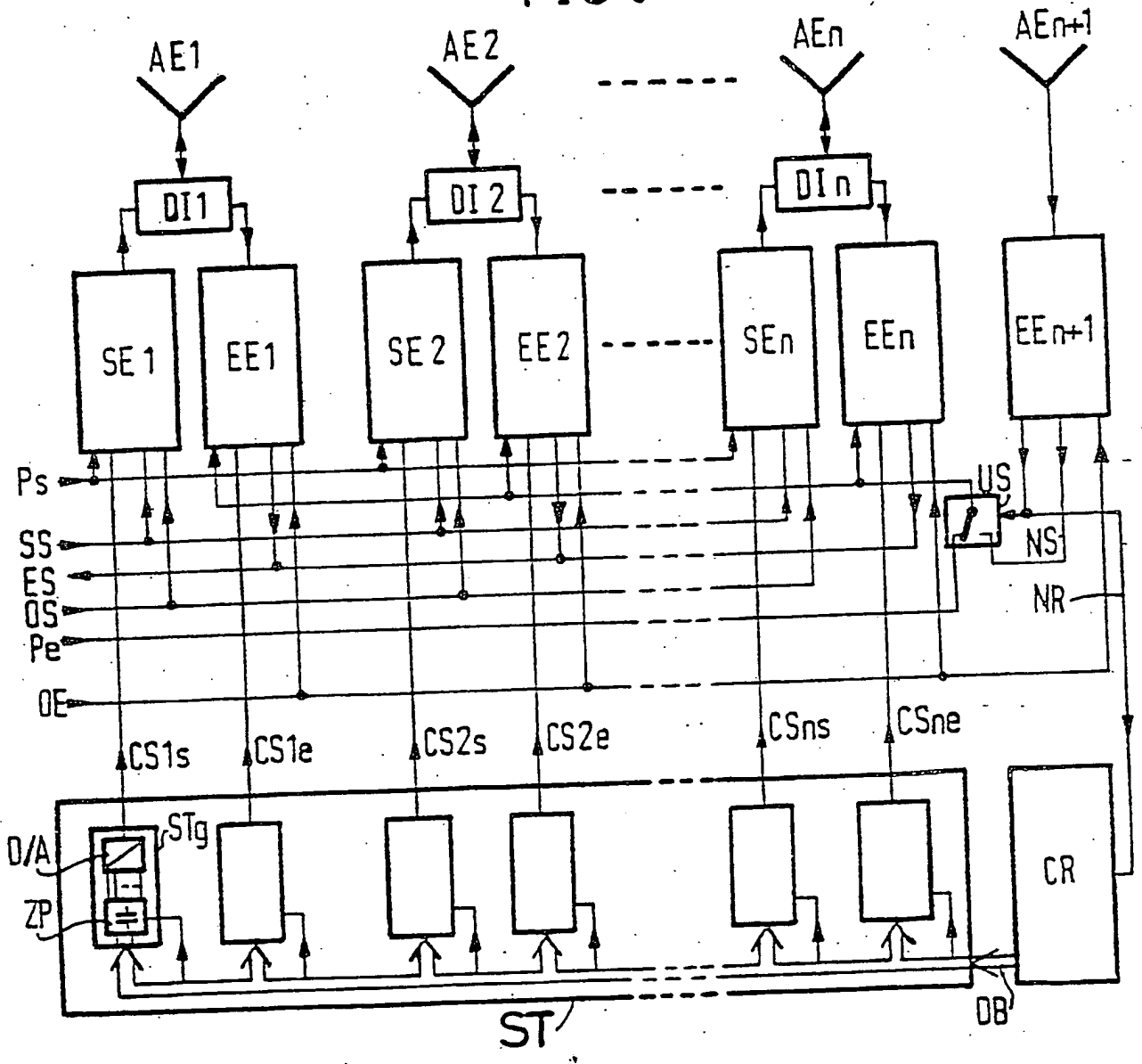


FIG 2

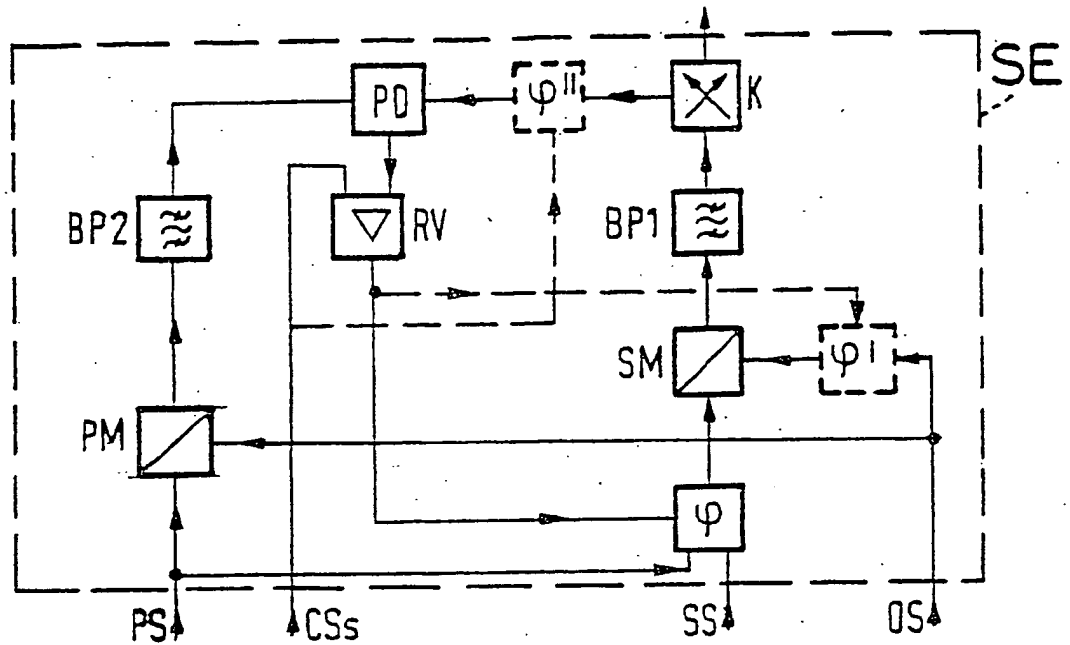


FIG 3

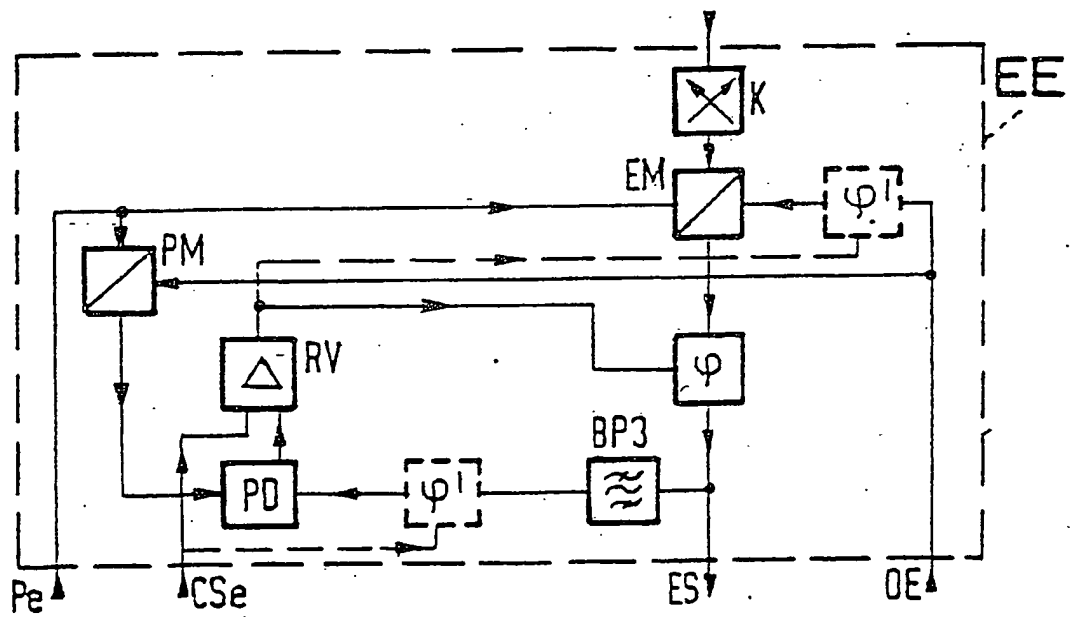


FIG 4

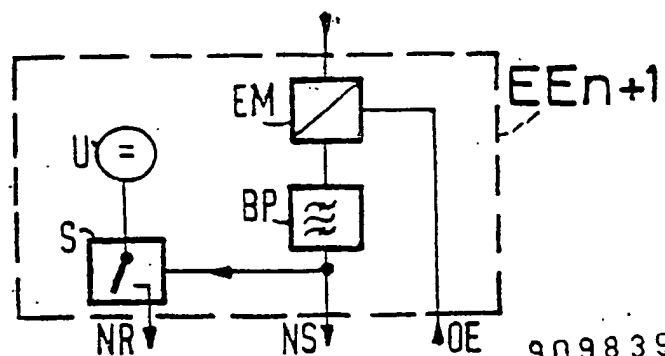


FIG 5

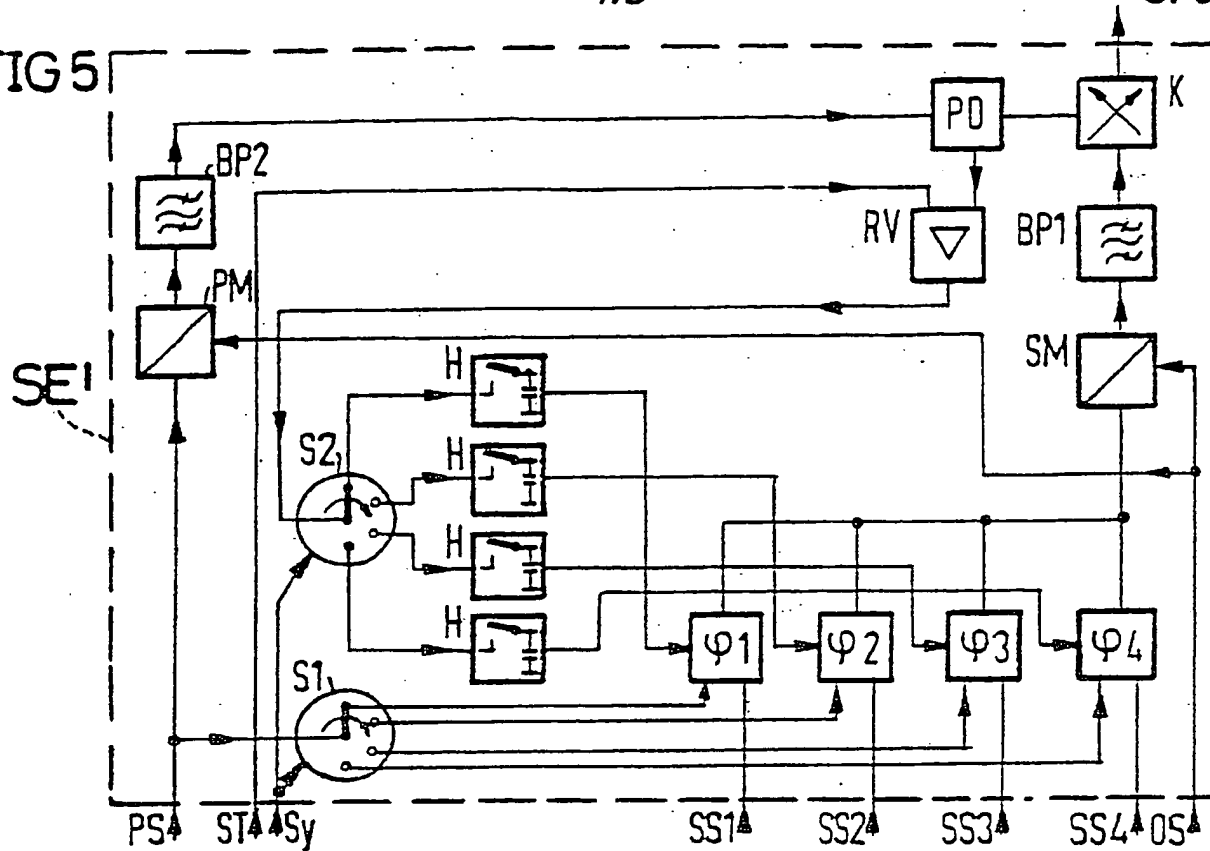
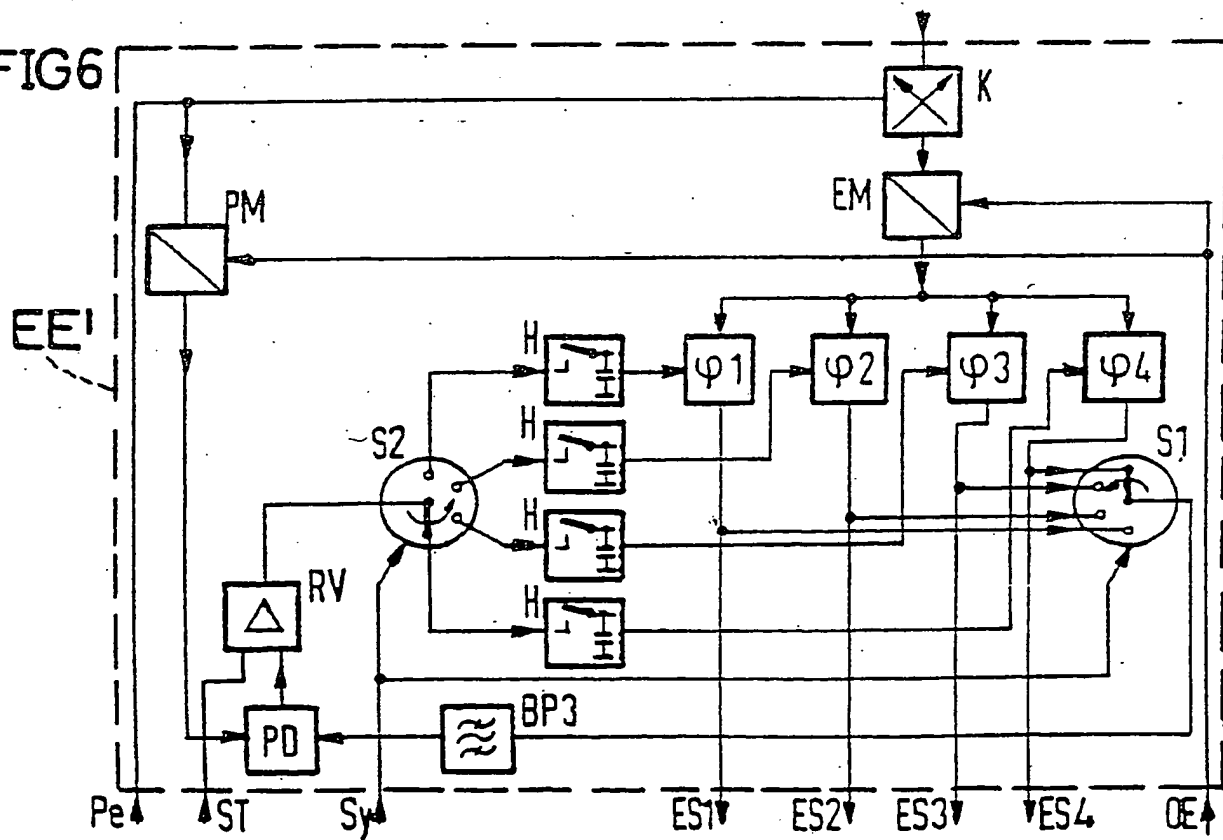


FIG 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**